Stage M1/M2/Thèse

Transition à la turbulence et coexistence laminaire-turbulent dans l'écoulement de Couette plan

Mots clefs: transition à la turbulence, expérience, chaos, systèmes dynamiques, formation de motifs.

Contact : Romain Monchaux (monchaux@ensta.fr)

Motivations : L'écoulement de Couette plan appartient à la classe des écoulements cisaillés (couches limites, écoulement en conduites) qui sont de première importance du point de vue industriel et stratégique (aérodynamique, hydrodynamique, transport d'hydrocarbures…). Il est le siège d'une transition à la turbulence complexe qui se fait via un scénario sous-critique impliquant la coexistence de domaines laminaires et turbulents stables. Cette coexistence est encore incomprise. L'écoulement moyen étant nul, on peut observer le développement et le retrait de la turbulence sur des temps longs, ce qui est impossible dans les conduites ou les couches limites avec lesquelles il partage l'essentiel de ses propriétés. Ceci en fait un excellent modèle pour étudier expérimentalement et numériquement cette classe des écoulements sous-critiques dont le contrôle est un enjeu majeur. Sa réalisation expérimentale étant difficile seules deux expériences sérieuses ont été menées dans le passé [1,2], mais ces dernières années ont vu un regain d'intérêt numérique important pour cet écoulement [3,4,5].

Projet: Depuis 2012, nous menons des expériences et réalisons des simulations numériques qui nous ont permis d'apporter une contribution à la compréhension du développement de la turbulence en mettant en évidence l'importance des grands écoulements associés à la coexistence laminaire-turbulent. Nous souhaitons maintenant comprendre plus finement pourquoi la turbulence peut se maintenir localement et étudier le rôle éventuellement joué par les grands écoulements sur ce maintien. Nous souhaitons également étudier la structure et la dynamique des zones de turbulence destinées à croître et à envahir le domaine de l'expérience. Ceci implique de :

- caractériser la structure des « germes minimaux de turbulence » à l'aide de mesures de vitesse par PIV
- suivre la dynamique des motifs sur des temps longs par imagerie par caméra rapide

L'ensemble de ce projet s'inscrit dans le cadre de deux collaborations, l'une à l'échelle du plateau de Saclay avec des chercheurs du Ladhyx et du Limsi [3,4] et l'autre internationale en y ajoutant l'équipe de Genta Kawahara d'Osaka.

Profil recherché : le candidat devra avoir de bonnes connaissances en mécaniques des fluides ou en systèmes dynamiques et devra être intéressé par l'approche expérimentale.

Illustrations :

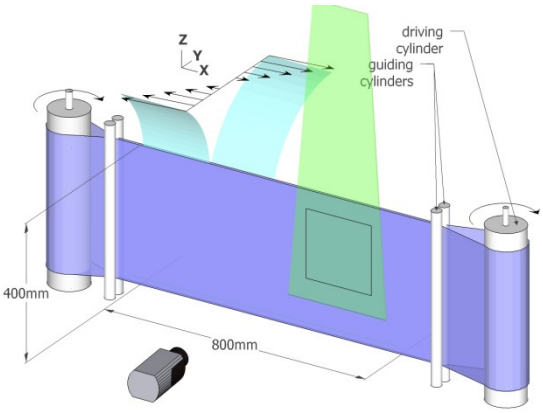
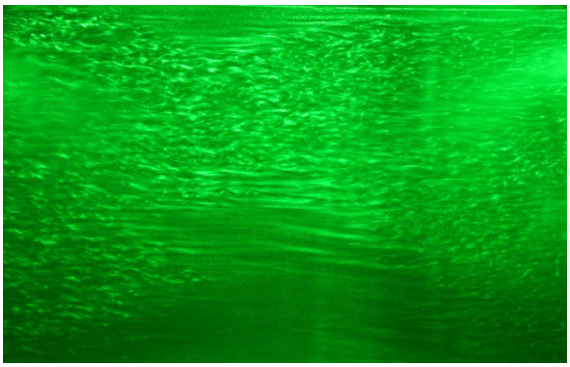


Schéma de l'expérience de l'ENSTA



Vue typique d'un motif de coexistence laminaire-turbulent.

Références:

[1] Bottin, S.; Daviaud, F.; Manneville, P. & Dauchot, O. *Europhysics Letters,* **1998***, 43*, 171-176
[2] Tillmark, N. & Alfredsson, P. H. *Journal of Fluid Mechanics,* **1992***, 235*, 89-102
[3] Rolland, J. & Manneville, P. *Journal of Statistical Physics,* **2011***, 142*, 577-591
[4] Duguet, Y.; Schlatter, P. & Henningson, D. S. *Journal of Fluid Mechanics,* **2010***, 650*, 119
[5] Tuckerman, L. & Barkley, D. *Phys. Fluids,* **2011***, 23*, 041301